

Análise da adaptabilidade e estabilidade de produção em ensaios regionais de feijoeiro para o Estado de São Paulo¹

Guilherme Augusto Peres Silva², Alisson Fernando Chiorato³, João Guilherme Ribeiro Gonçalves⁴,
Eliana Francischinelli Perina⁵, Sérgio Augusto Morais Carbonell⁶

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar genótipos, superiores em produtividade, adaptabilidade e estabilidade, na produção de grãos de feijoeiro, por meio da análise Lin & Binns (1988), modificada por Carneiro (1998). Foram avaliados vinte e dois genótipos pertencentes aos principais programas de melhoramento do país. Essas avaliações constaram de dados dos ensaios de VCU 2007/2008/2009 para o Estado de São Paulo, que seguiram as normas estabelecidas pelo MAPA/SNPC, para ensaios de campo. Estes ensaios foram instalados em vinte e quatro ambientes, nas épocas das águas de 2007 e 2008, seca de 2008 e 2009 e inverno de 2008 e 2009. Os resultados obtidos no conjunto dos anos e ambientes de 2007/2008/2009 demonstraram que os genótipos 'Gen C2-1-3', 'CNFC 10408', 'Juriti Claro' e 'LP 04-72' comportaram-se como os mais estáveis e adaptados. O método Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), mostrou-se adequado para análise dos dados, identificando os genótipos mais estáveis, produtivos e adaptados aos ambientes de cultivo.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., melhoramento genético, interação genótipo x ambiente.

ABSTRACT

Analysis of adaptability and yield stability in regional trials of common bean for the state of São Paulo, Brazil

The objective of the present study was to identify superior genotypes for yield, adaptability and stability in common bean yield using the Lin & Binns (1988) analysis modified by Carneiro (1998). Twenty-two genotypes were analyzed from the main Brazilian plant breeding programs. The assessments consisted of data from the VCU 2007/2008/2009 experiments for São Paulo State that followed the norms established by the MAPA/SNPC for field trials. The experiments were set up in twenty-four environments, in the 2007 and 2008 wet growing seasons, the 2008 and 2009 dry growing seasons, and 2008 and 2009 winter growing seasons. The results obtained in the set of years and environments of 2007/2008/2009 showed that the genotypes 'Gen C2-1-3', 'CNFC 10408', 'Juriti Claro' and 'LP 04-72' performed with the greatest stability. The Lin & Binns (1988) analysis modified by Carneiro (1998) was shown to be suitable to analyze the data, identifying the most stable and productive genotypes adapted to the cropping environments.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., genetic breeding, genotype x environment interaction.

Recebido para publicação em 29/09/2011 e aprovado em 05/11/2012.

¹ Extraído da Dissertação de Mestrado do primeiro autor. Instituição de Fomento: CNPq.

² Engenheiro-Agrônomo, Mestre. Instituto Agronômico, Avenida Barão de Itapura, 1481, Caixa Postal 28, 13012-970, Campinas, São Paulo, Brasil. silva.gap@gmail.com (autor para correspondência).

³ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Instituto Agronômico, Avenida Barão de Itapura, 1481, Caixa Postal 28, 13012-970, Campinas, São Paulo, Brasil. afchiorato@iac.sp.gov.br

⁴ Engenheiro-Agrônomo, Mestre. Instituto Agronômico, Avenida Barão de Itapura, 1481, Caixa Postal 28, 13012-970, Campinas, São Paulo, Brasil. jrgonalves@yahoo.com.br

⁵ Engenheiro-Agrônomo, Mestre. Instituto Agronômico, Avenida Barão de Itapura, 1481, Caixa Postal 28, 13012-970, Campinas, São Paulo, Brasil. efperina@yahoo.com.br

⁶ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Instituto Agronômico, Avenida Barão de Itapura, 1481, Caixa Postal 28, 13012-970, Campinas, São Paulo, Brasil. carbonel@iac.sp.gov.br

INTRODUÇÃO

No Estado de São Paulo, o feijoeiro é cultivado em três épocas (águas, seca e inverno), com semeaduras efetuadas em agosto-setembro, janeiro-fevereiro e abril-maio, respectivamente, de acordo com zoneamento ecológico, como parte de um sistema quase contínuo de cultivo (Silva, 2010).

A diversidade de condições ambientais em que o feijoeiro é cultivado requer que os ensaios de Valor Cultivo e Uso (VCU) sejam conduzidos em rede, em vários ambientes, para que se tenha uma boa estimativa da interação entre genótipos e ambientes ((GxA)), o que permite que se estime a adaptabilidade e estabilidade de genótipos elites, o que propicia maior segurança na recomendação de novos cultivares.

Segundo Cruz & Carneiro (2003), essa interação de genótipos com ambientes é definida como a resposta diferencial dos genótipos à variação do ambiente, dificultando a seleção de genótipos amplamente adaptados. Além disso, essa interação pode inflacionar as estimativas de variância genética, resultando em superestimativas dos ganhos genéticos, esperados com a seleção e, conseqüentemente, menor êxito, dos programas de melhoramento.

Para diminuir o efeito da interação (GxA), é necessária a condução dos experimentos no maior número possível de locais e anos, para se avaliar a magnitude da interação e seu possível impacto sobre a seleção e recomendação de cultivares. A fim de tornar essa recomendação mais segura possível, faz-se necessário um estudo detalhado acerca da adaptabilidade e estabilidade dos cultivares, assim como de seus caracteres importantes economicamente. Vários métodos estatísticos têm sido propostos e utilizados em aplicações e, a cada dia, novos procedimentos vêm sendo apresentados, com o objetivo de melhor interpretar a interação (GxA). Estudos dessa natureza são importantes para o melhoramento de plantas, uma vez que fornecem informações sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações do ambiente (Cruz, 2006). Dessa forma, vários trabalhos que estudam a adaptabilidade e estabilidade já foram conduzidos no Brasil com esta cultura (Carbonell *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2006; Melo *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2009a; Pereira *et al.*, 2009b).

As análises de adaptabilidade e estabilidade são, portanto, procedimentos estatísticos que permitem identificar os cultivares de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais (Silva & Duarte, 2006).

Na escolha do método ou métodos a serem empregados, devem-se considerar aspectos como a facilidade de análise e de interpretação dos resultados. Neste sentido, o método Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro

(1998), identifica os genótipos mais estáveis, por meio de um único parâmetro de adaptabilidade, estabilidade, e contempla os desvios em relação à produtividade máxima obtida em cada ambiente, além de possibilitar o detalhamento dessa informação para ambientes favoráveis e desfavoráveis, que refletem, de certa forma, ambientes onde há emprego de alta e baixa tecnologia, respectivamente.

Este trabalho teve como objetivo identificar genótipos superiores em produtividade, adaptabilidade e estabilidade na produção de grãos de feijoeiro, por meio da análise Lin & Binns (1988), modificada por Carneiro (1998).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados neste estudo 22 linhagens e cultivares de feijoeiro de tegumento carioca e preto, pertencentes aos ensaios de VCU (“Valor de Cultivo e Uso”) de 2007/2008/2009, para o Estado de São Paulo, sendo sete linhagens do Instituto Agrônomo (IAC): ‘GenC2-1-1’, ‘IAC-Formoso’, ‘GenC2-1-5’, ‘GenC2-1-6’, ‘GenC2-1-7’ e ‘GenC8-4-3’, de tegumento carioca, e ‘Gen99TG9-84-1’, de tegumento preto; quatro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA): ‘CNFC 10408’, ‘CNFC 10429’, ‘CNFC 10431’ e ‘CNFC 10470’, de tegumento carioca; quatro do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR): ‘Juriti Claro’, ‘LP 02-02’, de tegumento carioca, e ‘LP 04-72’ e ‘LP 04-92’, de tegumento preto; uma da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), o ‘Guará’, e duas linhagens da Universidade Federal de Lavras (UFLA): ‘MAI-25’ e ‘Z-22’, de tegumento carioca. Os cultivares padrões utilizados para o grupo Carioca foram ‘IAC-Alvorada’ e ‘Pérola’ e, para o grupo preto, ‘IAC-Diplomata’ e ‘IAC-Una’.

Os ambientes utilizados para a condução dos experimentos, nas respectivas épocas de semeadura, foram: Araras, Avaré, Capão Bonito e Monte Alegre do Sul, na época “das águas”/2007; Capão Bonito, Tatuí, Monte Alegre do Sul, Avaré e Mococa, na época “da seca”/2008; Andradina, Colina, Ribeirão Preto, Votuporanga, na época “de inverno”/2008; Tatuí, Monte Alegre do Sul, Mococa e Capão Bonito, na época “das águas”/2008; Avaré, Mococa e Tatuí, na época “da seca”/2009; Colina, Pindorama, Ribeirão Preto e Votuporanga, na época “de inverno”/2009; que somaram 24 ambientes. Esses ensaios foram semeados e distribuídos em blocos casualizados, conforme as normas do MAPA/SNPC (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Serviço Nacional de Proteção de Cultivares) para ensaios de feijoeiro, em três repetições e parcelas, contendo quatro linhas de quatro metros de comprimento. O espaçamento entre linhas foi o de 0,5 metro, com densidade de semeadura de 10 a 12 plantas viáveis por metro linear, e a área útil da parcela correspondeu às duas linhas centrais (4 m²).

Foram coletados dados de produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), submetidos a análises de variância individual de cada experimento. Em seguida, realizou-se a análise de variância conjunta, aproveitando-se apenas os ensaios com coeficiente de variação (CV) inferior a 25%.

A análise de variância conjunta foi realizada pelo modelo de blocos casualizados, constituído de efeitos fixos para genótipos e para a interação de genótipos com ambientes e aleatório para ambiente. O modelo dessa análise é dado por:

$$Y_{ijl} = \mu + b_{l(j)} + g_i + (ga)_{ij} + \varepsilon_{(il)j}$$

em que:

Y_{ijl} é o valor observado do genótipo i no bloco l ($l = 1, 2, \dots, r$) e dentro do ambiente j ; μ é a média geral dos ensaios; g_i é o efeito fixo do genótipo i , com $i = 1, 2, 3, \dots, p$; a_j é o efeito aleatório do ambiente j , com $j = 1, 2, 3, \dots, q$; $(ga)_{ij}$ é o efeito fixo da interação do genótipo i com o ambiente j ; $b_{l(j)}$, o efeito aleatório do bloco l dentro do ambiente; $\varepsilon_{(il)j}$ o erro experimental.

Na análise conjunta, avaliou-se a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos (QMR), verificada pela razão entre o maior e menor quadrado médio residual dos ensaios. Segundo Pimentel-Gomes (1990), as variâncias são consideradas homogêneas quando a razão entre o maior e o menor QMR $\leq 7,0$. As análises de variância foram realizadas utilizando-se o procedimento ANAVA, do programa SAS (Statistical Analysis System).

A detecção da interação significativa de cultivares com épocas de semeadura possibilitou a discriminação dos cultivares quanto à análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, utilizando-se o método proposto por Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998). Esse método estima o desempenho genotípico (P_i), para que a recomendação atenda aos grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis.

No método de Lin & Binns (1988), define-se, como medida para se estimar a performance genotípica (P_i), o quadrado médio da distância entre a média do cultivar e a resposta média máxima para todos os ambientes. Desde que a resposta máxima esteja no limite superior em cada ambiente, o quadrado médio menor, ou seja, o P_i menor, indicará uma superioridade geral do cultivar em questão. Essa medida de superioridade é dada por:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - M_j)^2}{2a}$$

em que: P_i é a estimativa do parâmetro de estabilidade do cultivar i ; Y_{ij} é a produtividade do i -ésimo cultivar no j -ésimo ambiente; M_j é a resposta máxima observada entre todos os cultivares no ambiente j ; a é o número de ambientes.

Porém, para que a recomendação de cultivares atenda ao conceito de grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, Carneiro (1998) decompôs o estimador P_i , em ambientes favoráveis (P_{if}) e desfavoráveis (P_{id}). A classificação desses ambientes foi feita com base nos índices ambientais, definidos como a diferença entre a média dos cultivares avaliados em cada ambiente e a média geral dos experimentos.

Para os ambientes favoráveis, com índices maiores ou iguais a zero, P_{if} foi estimado conforme descrito a seguir:

$$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^f (Y_{ij} - M_j)^2}{2f}$$

em que: f é o número de ambientes favoráveis; Y_{ij} e M_j , como definidos anteriormente. Da mesma forma, para os ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos, em que d é o número de ambientes desfavoráveis:

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^d (Y_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve variação nas médias de produção e nos coeficientes de variação dos 24 ambientes avaliados. Todos os CVs foram inferiores a 25%, indicando precisão experimental satisfatória, e a estimativa obtida pela razão entre o maior e o menor quadrado médio dos resíduos foi inferior a sete, indicando que as variâncias residuais são homogêneas.

Na análise conjunta, todos os efeitos foram significativos, o que indica variação entre os genótipos e ambientes. A ocorrência de resposta diferencial dos genótipos aos ambientes de estudo, possibilitou a realização da análise de adaptabilidade e estabilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância conjunta de dados de produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) dos 24 ensaios regionais no Estado de São Paulo, referente a 22 linhagens e cultivares de grãos de tegumento carioca e preto participantes do ensaio de VCU 2007/2008/2009

Fonte de Variação	GL	QM	F/Fr
Repetição/Ensaio	48	984793,4	4,88**
Genótipos (G)	21	2365516,1	11,72**
Ambientes (A)	23	29466469,6	145,97**
G x A	483	363596,6	1,80**
Erro	1008	201869	
Total	1583	728853,8	
Média		2569,71	
CV (%)		17,48	

Média: Média geral de produtividade em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; CV (%): Coeficiente de variação; GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado Médio; * e ** P < 0,05, P < 0,01 respectivamente.

Pelos resultados observados nas Tabelas 2 e 3, foi possível notar que os fatores, época “das águas”, “da seca” e “de inverno” e anos 2007, 2008 e 2009 influenciaram na classificação dos locais de experimentação em ambientes favoráveis e desfavoráveis. Os locais não se repetiram necessariamente para cada época de semeadura, pois foram selecionados, conforme a necessidade e disponibilidade de novas áreas e, ou, indisponibilidade desses locais, por causa de vários fatores (clima, recursos financeiros e humanos).

Nota-se, na Tabela 2, que o ambiente Avaré foi favorável ao cultivo do feijoeiro para a época “da seca”, sendo esse resultado confirmado por aqueles dos dois anos agrícolas (2008/2009) avaliados nesse local. Os ambientes Capão Bonito e Monte Alegre do Sul apresentaram-se favoráveis para a época “das águas”, sendo esse resultado repetido nos anos agrícolas de 2007 e 2008. Mococa e Tatuí apresentaram-se como ambientes desfavoráveis na época “da seca”/2008, mas favorável na época “da seca”/2009; isso pode ter ocorrido por causa do excesso de chuva na fase inicial da cultura e maior incidência de doenças, como mancha angular e antracnose, no ano de 2008, confirmando interação entre anos de semeadura, dentro da mesma época de semeadura. O ambiente de Colina apresentou-se como favorável na época “de inverno”/2008,

mas desfavorável na época “de inverno”/2009; isso ocorreu por causa da falta de irrigação no ano de 2009, causando queda na produtividade, de 740 kg.ha⁻¹, de um ano agrícola para o outro, quando, na safra “de inverno”/2008, a produtividade foi de 3180 kg.ha⁻¹ e, na “de inverno”/2009, foi de 2440 kg.ha⁻¹, também ocorrendo interação entre ano de semeadura dentro da mesma época de semeadura. O ambiente Ribeirão Preto foi favorável ao cultivo do feijoeiro para a época “de inverno”, sendo esse resultado confirmado por aqueles dos dois anos agrícolas (2008/2009) avaliados nesse local.

Para a classificação dos ambientes de acordo com o conjunto das três épocas de semeadura (Tabela 3), pode-se observar que os valores do índice ambiental foram diferentes daqueles da Tabela 2, o que é normal, por causa de as médias de produtividade por época e conjunta serem diferentes, mas na classificação esses ambientes foram iguais. Alguns ambientes apresentaram-se como favoráveis em uma e desfavoráveis em outra época de semeadura, para o conjunto das três épocas.

Os resultados obtidos no conjunto dos anos e ambientes de 2007/2008/2009 (Tabela 4) demonstraram que os genótipos ‘IAC-Formoso’, ‘CNFC 10408’, ‘Juriti Claro’ e ‘LP 04-72’ comportaram-se como os mais estáveis, ou seja, apresentaram menores estimativas de P_i e maior produ-
ti-

Tabela 2. Classificação dos ambientes favoráveis e desfavoráveis ao cultivo do feijoeiro, para produtividade média de grãos, com base nos índices ambientais (I), para as épocas “das águas”, “da seca” e “de inverno”

Local	Épocas	Índice Ambiental (I) (kg.ha ⁻¹)	Classificação
Araras	“das águas”/2007	-520,0	Desfavorável
Avaré	“das águas”/2007	-130,2	Desfavorável
Capão Bonito	“das águas”/2007	153,3	Favorável
Monte Alegre do Sul	“das águas”/2007	777,3	Favorável
Tatuí	“das águas”/2008	-542,9	Desfavorável
Monte Alegre do Sul	“das águas”/2008	122,2	Favorável
Mococa	“das águas”/2008	-930,2	Desfavorável
Capão Bonito	“das águas”/2008	1070,6	Favorável
Capão Bonito	“da seca”/2008	-335,1	Desfavorável
Tatuí	“da seca”/2008	-547,4	Desfavorável
Monte Alegre do Sul	“da seca”/2008	-464,4	Desfavorável
Avaré	“da seca”/2008	405,4	Favorável
Mococa	“da seca”/2008	-789,8	Desfavorável
Avaré	“da seca”/2009	606,0	Favorável
Mococa	“da seca”/2009	598,1	Favorável
Tatuí	“da seca”/2009	527,2	Favorável
Andradina	“de inverno”/2008	-1260,9	Desfavorável
Colina	“de inverno”/2008	265,1	Favorável
Ribeirão Preto	“de inverno”/2008	135,0	Favorável
Votuporanga	“de inverno”/2008	345,8	Favorável
Colina	“de inverno”/2009	-475,0	Desfavorável
Pindorama	“de inverno”/2009	150,7	Favorável
Ribeirão Preto	“de inverno”/2009	577,7	Favorável
Votuporanga	“de inverno”/2009	261,6	Favorável

vidade, sendo mais adaptados, superando as testemunhas no teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Esses quatro genótipos são todos passíveis de recomendação, apresentando capacidade de assimilar vantajosamente os estímulos ambientais, comportamentos estáveis e previsíveis às variações ambientais e produtividade satisfatórias, quando comparados com os melhores cultivares padrões, ou seja, o cultivar 'Pérola' para o grupo comercial carioca, e 'IAC-Una' para o grupo comercial preto. De acordo com Pereira *et al.* (2009b), uma vantagem do método Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), é a possibilidade de recomendação imediata de genótipos mais estáveis, em razão da unicidade do parâmetro P_i , e uma avaliação do comportamento do genótipo em função da variação do ambiente.

Além disso, os genótipos mais adaptados e estáveis estão entre os mais produtivos, de acordo com Pereira *et al.* (2009a), cujos resultados mostraram alta correlação com as médias de produtividade, indicando que os genótipos mais estáveis e adaptados apresentaram-se entre os mais produtivos. Essa é uma grande vantagem desse método, pois consegue identificar os genótipos mais estáveis sempre entre os mais produtivos, como observado por Carbonell *et al.* (2001). Sendo assim, o método de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), pode ser utilizado em con-

junto com outros métodos, como AMMI e EBERHART & RUSSEL, já que não apresentam correlação entre si, como relatado por Melo *et al.* (2007), Silva & Duarte (2006) e Pereira *et al.* (2009a). Borges *et al.* (2000); Silva & Duarte (2006) reforçam a ideia de que métodos baseados em diferentes princípios devem ser utilizados em conjunto.

Os genótipos que apresentaram desempenho inferior entre os avaliados foram 'Gen 99TG9-84-1' e 'IAC-Diplomata', ambos de tegumento preto. Analisando-se os ambientes favoráveis, 'IAC-Formoso' e 'CNFC 10408' tiveram os menores valores de P_{if} , enquanto, nos ambientes desfavoráveis, 'LP 04-72', 'Juriti Claro' e 'GenC2-1-1' destacaram-se como os mais adaptados. Dessa forma, os genótipos com os menores valores de P_{if} são passíveis de recomendação para ambientes favoráveis e os genótipos com os menores valores de P_{id} são passíveis de recomendação para ambientes desfavoráveis. Desempenho inferior aos demais foi observado na linhagem 'Gen99TG9-84-1', para os ambientes favoráveis e também para ambientes desfavoráveis.

Na Tabela 4, verifica-se que ocorreu interação, entre os genótipos, do tipo complexa, ao se analisarem as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, para produtividade média de grãos (P_i), e as estimativas da adaptabilidade e estabilidade dos cultivares, considerando-se os ambientes favoráveis (P_{if}) e desfavoráveis

Tabela 3. Classificação dos ambientes favoráveis e desfavoráveis ao cultivo do feijoeiro, para produtividade média de grãos, com base no índice ambiental (I), considerando o conjunto das três épocas de semeadura

Local	Épocas	Índice Ambiental (I) (kg.ha ⁻¹)	Classificação
Araras	"das águas"/2007	-491,2	Desfavorável
Avaré	"das águas"/2007	-101,4	Desfavorável
Capão Bonito	"das águas"/2007	182,1	Favorável
Monte Alegre do Sul	"das águas"/2007	806,1	Favorável
Tatuí	"das águas"/2008	-514,1	Desfavorável
Monte Alegre do Sul	"das águas"/2008	150,9	Favorável
Mococa	"das águas"/2008	-901,4	Desfavorável
Capão Bonito	"das águas"/2008	1099,4	Favorável
Capão Bonito	"da seca"/2008	-708,6	Desfavorável
Tatuí	"da seca"/2008	-920,9	Desfavorável
Monte Alegre do Sul	"da seca"/2008	-837,9	Desfavorável
Avaré	"da seca"/2008	31,9	Favorável
Mococa	"da seca"/2008	-1163,2	Desfavorável
Avaré	"da seca"/2009	232,5	Favorável
Mococa	"da seca"/2009	224,7	Favorável
Tatuí	"da seca"/2009	153,7	Favorável
Andradina	"de inverno"/2008	-916,3	Desfavorável
Colina	"de inverno"/2008	609,8	Favorável
Ribeirão Preto	"de inverno"/2008	479,7	Favorável
Votuporanga	"de inverno"/2008	690,5	Favorável
Colina	"de inverno"/2009	-130,4	Desfavorável
Pindorama	"de inverno"/2009	495,4	Favorável
Ribeirão Preto	"de inverno"/2009	922,3	Favorável
Votuporanga	"de inverno"/2009	606,3	Favorável

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidos pelo método de Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), para produtividade média de grãos (kg.ha⁻¹), de 22 genótipos de feijoeiro avaliados no conjunto das três épocas de semeadura (“das águas”, “da seca” e “de inverno”), dos anos agrícolas de 2007/2008/2009 para o Estado de São Paulo

Cultivares e Linhagens	Média	Época-Conjunta				
		Resposta geral e a ambientes favoráveis e desfavoráveis				
		P _i .10 ⁻⁴	Cultivares e Linhagens	P _{ir} .10 ⁻⁴	Cultivares e Linhagens	P _{id} .10 ⁻⁴
IAC-Formoso (C)	2816*	17,0	IAC-Formoso (C)	18,4	LP 04-72 (P)	8,7
CNFC 10408 (C)	2808*	17,6	CNFC 10408 (C)	20,7	Juriti Claro (C)	11,4
Juriti Claro (C)	2788*	20,0	Juriti Claro (C)	26,2	GenC2-1-1 (C)	11,4
LP 04-72 (P)	2782*	20,2	LP 02-02 (C)	26,4	CNFC 10408 (C)	13,3
LP 02-02 (C)	2712	24,7	LP 04-72 (P)	28,4	Z-22 (C)	14,8
Z-22 (C)	2683	25,6	MAI-25 (C)	30,4	IAC-Formoso (C)	15,1
GenC2-1-1 (C)	2664	25,6	LP 04-92 (P)	33,1	GenC2-1-7 (C)	17,3
MAI-25 (C)	2648	25,7	Z-22 (C)	33,3	MAI-25 (C)	19,1
GenC2-1-7 (C)	2637	27,7	GenC2-1-7 (C)	35,1	LP 04-92 (P)	21,3
LP 04-92 (P)	2632	28,2	GenC2-1-1 (C)	35,8	GenC2-1-5 (C)	21,9
GenC2-1-5 (C)	2609	31,0	GenC2-1-6 (C)	36,7	IAC-Una (P)	22,3
GenC2-1-6 (C)	2586	31,5	GenC2-1-5 (C)	37,5	LP 02-02 (C)	22,4
CNFC 10429 (C)	2533	33,7	CNFC 10429 (C)	39,8	Pérola (C)	22,4
IAC-Una (P)	2526	34,4	IAC-Una (P)	43,1	GenC2-1-6 (C)	24,3
Pérola (C)	2525	38,2	GenC8-4-3 (C)	45,7	CNFC 10429 (C)	25,0
GenC8-4-3 (C)	2491	41,4	Pérola (C)	49,4	CNFC 10431 (C)	28,5
CNFC 10470 (C)	2401	44,2	Guará (C)	52,0	CNFC 10470 (C)	32,3
IAC-Alvorada (C)	2414	48,4	CNFC 10470 (C)	52,7	IAC-Alvorada (C)	33,7
CNFC 10431 (C)	2400	48,5	IAC-Diplomata (P)	57,6	GenC8-4-3 (C)	35,3
Guará (C)	2434	49,4	IAC-Alvorada (C)	58,9	Guará (C)	45,7
IAC-Diplomata (P)	2336	55,8	CNFC 10431 (C)	62,7	IAC-Diplomata (P)	53,3
Gen99TG9-84-1 (P)	2125	76,7	Gen99TG9-84-1 (P)	92,5	Gen99TG9-84-1 (P)	54,5
Média	2570					
*DMS kg.ha ⁻¹	219					

P_i: estimativa da estabilidade do cultivar i, considerando os ambientes favoráveis e desfavoráveis; P_{ir}: estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar i, considerando os ambientes favoráveis; P_{id}: estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar i, considerando os ambientes desfavoráveis.

* Teste Dunnett (p>0,05) em relação ao melhor cultivar padrão correspondente no grupo Preto (‘IAC-Diplomata’ ou ‘IAC-Una’), grupo Diversos (‘IAC-Alvorada’ ou ‘Pérola’). Valores em negrito correspondem ao melhor cultivar padrão para cada tipo de tegumento.

(P_{id}), em que a ordem dos genótipos mais estáveis, com menor valor da estimativa da adaptabilidade e estabilidade, variou entre os ambientes favoráveis, desfavoráveis e a média entre esses ambientes.

CONCLUSÕES

Existe predominância da interação genótipos com ambientes, do tipo complexa, na avaliação de genótipos de feijoeiro em diferentes épocas, anos e locais.

O método de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), mostra-se adequado para análise dos dados, fornecendo resultados claros e de fácil interpretação para a identificação de genótipos estáveis e adaptados aos ambientes em estudo.

Os genótipos mais estáveis e produtivos para o conjunto das épocas de semeadura, para o grupo comercial carioca, são ‘IAC-Formoso’, ‘CNFC 10408’ e ‘Juriti Claro’ e, para o grupo comercial preto, o genótipo ‘LP 04-72’.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Borges LC, Ferreira DF, Abreu AFB & Ramalho MAP (2000) Emprego de metodologias de avaliação da estabilidade fenotípica na cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ceres, 47:89-102.
- Carbonell SAM, Azevedo Filho JA, Dias LAS, Garcia AAF & Morais LK (2004) Common bean cultivars and line interactions with environments. Scientia Agrícola, 61:169-177.
- Carbonell SAM, Azevedo Filho JA, Dias LAS, Gonçalves C & Antonio CB (2001) Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. Bragantia, 60:69-77.

- Carneiro PCS (1998) Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 155p.
- Cruz CD (2006) Programa Genes: Biometria. Viçosa, Editora UFV. p.94-107.
- Cruz CD & Carneiro PCS (2003) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, Editora UFV. 585p.
- Lin CS & Binns MR (1988) A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, 68:193-198.
- Melo LC, Melo PGS, Faria LC, Diaz JLC, Del Peloso MJ, Rava CA & Costa JGC (2007) Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:715-723.
- Oliveira GV, Carneiro PCS, Carneiro JES & Cruz CD (2006) Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:257-265.
- Pereira HS, Melo LC, Del Peloso MJ, Faria LC, Costa JGC, Diaz JLC, Rava CA & Wendland A (2009a) Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44:374-383.
- Pereira HS, Melo LC, Faria LC, Diaz JLC, Del Peloso MJ, Costa JGC & Wendland A (2009b) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na região central do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44:29-37.
- Pimentel-Gomes F (1990) Curso de estatística experimental. 13ª ed. Piracicaba, Nobel. 468p.
- SAS Institute Inc. (2002) Statistical Analysis System user's guide. Version 9.1.3. Cary, Statistical Analysis System Institute. 513p.
- Silva GAP (2010) Estabilidade fenotípica do feijoeiro em ensaios regionais de produtividade. Dissertação de mestrado. Instituto Agrônomo, Campinas. 93p.
- Silva WCJ & Duarte JB (2006) Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:23-30.